

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 751 570 A2

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
02.01.1997 Patentblatt 1997/01

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: H01L 25/16

(21) Anmeldenummer: 96110238.1

(22) Anmeldetag: 25.06.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
DE FR GB IT

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
80333 München (DE)

(30) Priorität: 26.06.1995 DE 29510335 U

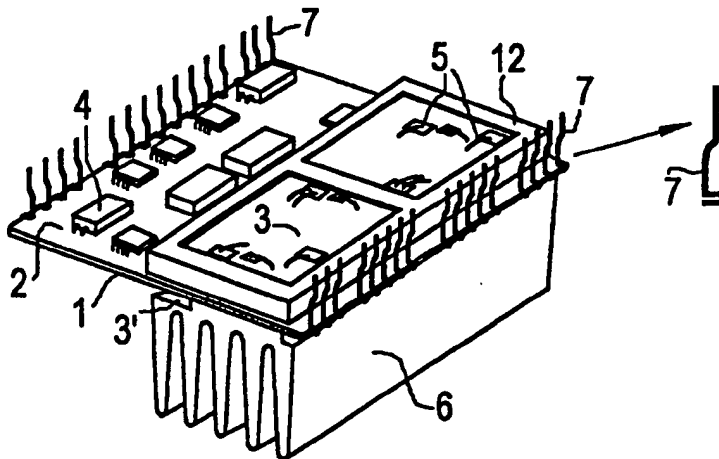
(72) Erfinder: Kalndl, Michael  
81739 München (DE)

## (54) Elektronisches kombiniertes Logik-Leistungsmodul

(57) Es wird vorgeschlagen, die Logik- und Leistungsbaulemente(4, 5) nicht mehr getrennt auf verschiedenen Schaltungsträgern, sondern, in räumliche Bereiche (2, 3) voneinander getrennt auf einer Hauptfläche eines gemeinsamen Dickschichtsubstrats (1) hybridisiert aufzubauen. Dabei ist der Logikteil durch einen auf der gegenüberliegenden Hauptfläche des Dickschicht-

substrats (1) wärmeleitend befestigten und im wesentlichen nur im Bereich (3) unterhalb des Leistungsteils wärmeableitend wirksamen Kühlkörper (6, 8) thermisch vom Leistungsteil entkoppelt. Das kombinierte Modul ist mit einheitlichen, in Steckrichtung elastischen Anschlußpins (7) versehen.

FIG 1



EP 0 751 570 A2

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein kombiniertes elektronisches Logik-Leistungsmodul, bei dem Logik- und Leistungsbauelemente jeweils auf einem Schaltungsträger aufgebaut und mit Anschlüssen versehen sind und bei dem das kombinierte Modul mit einem Kühlkörper versehen ist.

IPM (Intelligent Power Moduls)-Bauformen werden gewöhnlich hauptsächlich bei Anwendungen im Zusammenhang mit Schweißgeräten, Stromversorgungen und in der Antriebstechnik eingesetzt. Insbesondere im Bereich der Motorantriebe werden zunehmend Frequenzumrichterlösungen anstelle der traditionellen Gleichstromantriebe eingesetzt, wobei im Leistungsteil des Moduls IGBT (Isolated Gate Bipolar Transistor)-Leistungshalbleiter Verwendung finden.

Derzeit werden Logik- und Leistungsmodul vorwiegend als völlig selbständige Teile aufgebaut, wobei die Leistungsmodule meist auf DCB-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Substrat (Direct Copper Bonding), auf DCB-AlN-Substrat oder auf IMS-Substrat (Aluminium Polyimid-Kupfer) gefertigt werden. Die Logikmodule werden auf Epoxy-Leiterplatten oder in Dickschicht-Techniken hergestellt. Auf dem Markt sind ferner einzelne kombinierte Logik-Leistungsmodule in Sandwich-Bauweise erhältlich. Dabei werden das mit den Leistungsbauteilen bestückte IMS-Substrat und die mit den Logikbauteilen bestückte Epoxy-Leiterplatte übereinander angeordnet und durch eine Vergußmasse thermisch gekoppelt.

Diese herkömmliche Modultechnik ist in mehrfacher Hinsicht noch nicht zufriedenstellend:

Grundsätzlich ist eine räumlich enge elektrische Kopplung zwischen dem Logik- und dem Leistungsteil erwünscht. Mit länger werdenden elektrischen Verbindungswegen wächst ansonsten die Gefahr, daß das korrekte Schaltverhalten durch induktives Einkoppeln externer Störquellen und durch die unterschiedlichen Massepotentiale der beiden Schaltungsteile beeinträchtigt wird. Die Verwendung getrennter Substrate für die beiden Schaltungsteile ist von daher grundsätzlich ungünstig. Andererseits steigt mit zunehmender räumlicher Nähe der beiden Schaltungsteile die Notwendigkeit einer Wärmeentkopplung des Logikteils von dem Leistungsteil, da der Logikteil durch den Leistungsteil nicht unzulässig erwärmt werden darf. Diese Probleme müssen im übrigen im Zusammenhang mit weiteren technischen Anforderungen wie einer ausreichenden Wärmeentsorgung des Leistungsteils zum Kühlkörper hin und einer zuverlässigen Anschlußtechnik für Logiksignale und Lastanschlüsse betrachtet und dabei auch in geometrisch günstiger Weise gelöst werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein elektronisches kombiniertes Logik-Leistungsmodul der eingangs angegebenen Art hinsichtlich der beschriebenen Problematik zu verbessern.

Erfindungsgemäß wird dies bei einem Modul der eingangs genannten Art dadurch erreicht,

a) daß die Logik- und Leistungsbauelemente jeweils in getrennten Bereichen auf einer Hauptfläche eines gemeinsamen Dickschichtsubstrats hybridisiert aufgebaut sind,

b) daß der Logikteil durch einen auf der gegenüberliegenden Hauptfläche des Dickschichtsubstrats wärmeleitend befestigten und im wesentlichen nur im Bereich unterhalb des Leistungsteils wärmeableitend wirksamen Kühlkörper thermisch vom Leistungsteil entkoppelt ist,

c) und daß das kombinierte Modul mit einheitlichen Anschlußpins für Logiksignale und Lastanschlüsse versehen ist.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die Erfindung soll nun anhand zweier Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert werden. Es zeigen:

Figur 1 in einer perspektivischen Aufsicht ein erstes Ausführungsbeispiel mit Kühlrippen

Figur 2 in der gleichen Darstellungsweise wie Figur 1 ein zweites Ausführungsbeispiel mit einer Kühlplatte.

In Figur 1 ist ein beispielsweise zum Schalten bzw. stufenlosen Regeln im Leistungsbereich von 5 A und 600 V geeignetes kombiniertes Modul dargestellt, wobei einer der Anschlußpins 7 zusätzlich gesondert und vergrößert im rechten oberen Teil der Figur 1 dargestellt ist. Das gemeinsame Dickschichtsubstrat 1 ist erkennbar in einen ersten, den Logikbauteilen 4 vorbehaltenen Bereich 2 und in einen zweiten, den Leistungsbauteilen 5 vorbehaltenen Bereich 3 räumlich aufgeteilt und getrennt. Bei der dargestellten Ausführungsform wird die Begrenzung der wärmeableitenden Wirkung auf den Bereich 3' unterhalb des Leistungsteils (der Bereich 3' korrespondiert mit dem Bereich 3 der Oberseite) einfach dadurch gewährleistet, daß nur dort ein mit Rippen versehener Kühlkörper 6 angeordnet ist. Durch eine spezielle Pinausformung, bei der die Anschlußpins 7 senkrecht zum Dickschichtsubstrat 1 angeordnet und in Steckrichtung elastisch ausgebildet sind, wird eine flexible Anschlußtechnik für Leistungs- und Logikteil realisiert. Durch die wellenartige Ausformung der mittleren Bereiche der Anschlußpins 7 sind diese zieh- bzw. stauchbar, so daß in Steckrichtung auftretende unzulässig hohe mechanische Spannungen im eingebauten Zustand vermieden werden.

In Figur 2 ist ein auf der Unterseite des Dickschichtsubstrats 1 angeordneter, mit diesem im wesentlichen kongruenter Kühlkörper dargestellt, der als Kühlplatte 8 ausgebildet ist, die im Bereich 2' unterhalb des Logikteils mit einem Luftspalt 9 versehen ist. Dadurch ist

einerseits auch der Logikteil mittels der Auflageleiste 10 abgestützt, so daß eine gute mechanische Stabilität gegeben ist. Andererseits wird durch den Luftspalt 9 zwischen der Kühlplatte 8 und dem Logikteil eine thermische Entkopplung von Leistungs- und Logikteil bewirkt. Diese Entkopplung beruht bei allen Ausführungsformen auch wesentlich darauf, daß aufgrund der schlecht wärmeleitenden Dickschichtkeramik eine direkte Wärmeleitung in horizontaler Richtung vom Leistungsteil zum Logikteil vernachlässigbar ist. In Figur 2 ist außerdem erkennbar, daß die Kühlplatte 8 mit Montagelöchern 11 versehen ist, mittels derer eine spätere Montage des Moduls auf einen größeren Kühlkörper in einem Komplettsystem, beispielsweise einem Inverter, möglich ist.

Das Dickschichtsubstrat wird vorteilhaft mit sehr niederohmigen AgPt-Leiterbahnen versehen, die einerseits für eine hohe Stromtragfähigkeit sorgen und andererseits lötl- und bondbar sind. Auf dem Dickschichtsubstrat werden ungehäute Leistungshalbleiter, beispielsweise IGBT oder FRED (Fast Recovery Diode) angeordnet, die zur Erzielung eines geringen Wärmewiderstandes vorzugsweise gelötet werden. Die elektrische Verbindung kann mittels Aluminium-Dickdraht erfolgen. Durch einen Silicongelverguß, der in den Figuren im Rahmen 12 schematisch angedeutet ist, wird der Leistungsteil vor Umwelteinflüssen und Spannungsüberschlägen bei Betriebsspannungen bis 1200V geschützt.

Es ist vorteilhaft, Shunt-Widerstände, die als Sensoren für Überwachungsfunktionen dienen, integriert auf der Schaltung unterzubringen. Auf dem Modul kann durch aktives Lasertrimmen die gesamte Schaltung abgeglichen werden, indem beispielsweise eine präzise Strom-Spannungs-Korrelation erzeugt wird. Die erforderlichen Luft- und Kriechstrecken können bei der Layout-Topographie und bei der Kühlkörper- und Pinmontage ohne weiteres berücksichtigt werden.

Zur Wärmeentsorgung des Leistungsteils wird der Kühlkörper bzw. die Kühlplatte beispielsweise mittels Klebtechnik auf das Substrat aufgebracht. Diese Montagetechnik gleicht durch einen flexiblen und gut wärmeleitenden Kleber unterschiedliche Längenausdehnungskoeffizienten aus und sorgt für einen geringen Wärmewiderstand zwischen der Sperrschicht und dem Kühlkörper. Zur Verbesserung des Wärmeübergangs ist es vorteilhaft, die Klebeschicht nur bereichsweise an unterhalb der jeweiligen Verlusteister befindlichen Stellen vorzusehen. Auch eine Löttechnik beispielsweise mit CuInCu-Kühlkörper bzw. -platte (ähnlicher Ausdehnungskoeffizient wie Keramik) ist möglich.

#### Patentansprüche

1. Elektronisches kombiniertes Logik- Leistungsmodul, bei dem Logik- und Leistungsbaulemente (4, 5) jeweils auf einem Schaltungsträger aufgebaut und mit Anschlüssen versehen sind und bei dem das kombinierte Modul mit einem Kühlkörper ver-

sehen ist,  
dadurch gekennzeichnet,

- a) daß die Logik- und Leistungsbaulement (4,5) jeweils in getrennten Bereichen auf einer Hauptfläche eines gemeinsamen Dickschichtsubstrats (1) hybridisiert aufgebaut sind,
- b) daß der Logikteil durch einen auf der gegenüberliegenden Hauptfläche des Dickschichtsubstrats (1) wärmeleitend befestigten und im wesentlichen nur im Bereich (3') unterhalb des Leistungsteils wärmeableitend wirksamen Kühlkörper (6,8) thermisch vom Leistungsteil entkoppelt ist,
- c) und daß das kombinierte Modul mit einheitlichen Anschlußpins (7) für Logiksignale und Lastanschlüsse versehen ist.

2. Kombiniertes Modul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein nur im Bereich (3') unterhalb des Leistungsteils angeordneter, mit Kühlrippen versehener Kühlkörper (6) vorgesehen ist.
3. Kombiniertes Modul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlkörper als mit dem Dickschichtsubstrat (1) im wesentlichen kongruente Kühlplatte (8) ausgebildet ist, die im Bereich (2') unterhalb des Logikteils mit einem Luftspalt (9) versehen ist.
4. Kombiniertes Modul nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlplatte (8) so ausgebildet ist, daß das Modul durch Montage an einem größeren Kühlelement innerhalb einer Geräteanordnung integrierbar ist.
5. Kombiniertes Modul nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschlußpins (7) senkrecht zum Dickschichtsubstrat (1) angeordnet und in Steckrichtung elastisch ausgebildet sind.
6. Kombiniertes Modul nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Dickschichtsubstrat (1) mit niederohmigen AgPt-Leiterbahnen versehen ist.
7. Kombiniertes Modul nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß auf dem Dickschichtsubstrat (1) ungehäute Leistungshalbleiter (5), insbesondere vom IGBT- oder FRED-Typ, aufgelötet und mittels Aluminium-Dickdraht mit den Leiterbahnen des Substrats (1) verbunden sind.

8. Kombiniertes Modul nach Anspruch 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß das Leistungsteil mit einem Silicongelverguß  
versehen ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

4

FIG 1

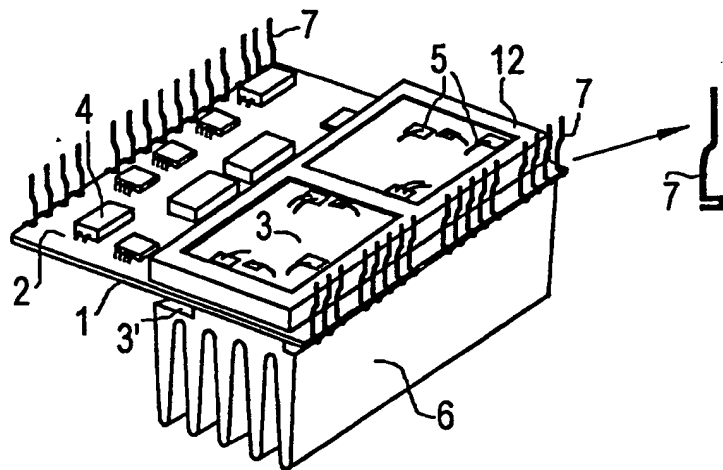


FIG 2

